

Translated excerpt of Japanese Laid-Open Patent Publication  
No. 10-253959.

[Claim 1] A liquid crystal display, which has a liquid crystal display panel, wherein the liquid crystal panel includes a liquid crystal layer located between a front transparent substrate and a rear transparent substrate, wherein the front transparent substrate and the rear transparent substrate each have a liquid crystal drive electrode, wherein an organic EL layer is located at the rear of the liquid crystal layer in an area corresponding to a display area of the liquid crystal display panel, wherein the organic EL layer emits light in response to injection of carrier, wherein the organic EL layer has visible light transmittance, and wherein a light reflecting plate is located at the rear of the organic EL layer, wherein the light reflecting plate has visible light reflectivity.

[Claim 3] The liquid crystal display according to claim 1 or 2, characterized in that the surface of the light reflecting plate is a scattering reflective surface, wherein minute concavities and convexities are formed on the scattering reflective surface.

[Claim 4] The liquid crystal display according to claim 1 or 2, characterized in that a diffusion plate is located between the liquid crystal display panel and the organic EL layer, wherein the diffusion plate has visible light transmittance.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-253959

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335  
G02F 1/1335

(21)Application number : 09-070927

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 10.03.1997

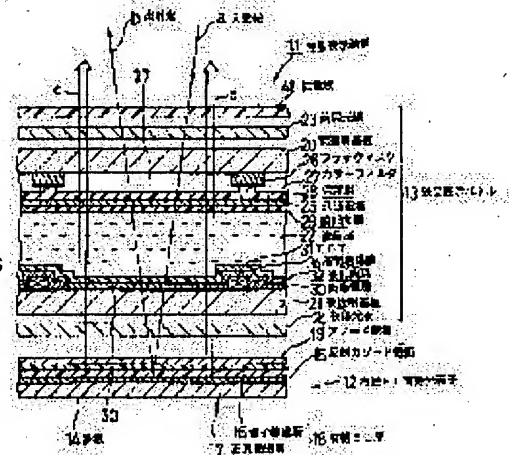
(72)Inventor : SHIRASAKI TOMOYUKI  
SHIOTANI MASA HARU  
YAMADA HIROYASU

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device provided with both functions of a reflection type and transmission type displays that is prevented from occurring of imprinting of an external image and double images.

**SOLUTION:** In this device, an organic EL surface emitting element 12 is arranged in the rear of a liquid crystal display element 13 and a diffusing plate 41 is arranged in the front of the panel 13 and an electrode positioning in the rear of the organic EL surface emitting element 12 is made to be a reflection cathode electrode 15. Outer lights are reflected with this reflection cathode electrode 15. A this time, since this device is provided the diffusing plate 41 and the outer lights are diffused, the imprinting of the external image and the double images are suppressed from being displayed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



解決しようとする第二の課題は、液晶表示部に良好な散乱光を供給することができ、液晶表示装置を得るにはどのような手段を講じればよいかという点にある。

#### [0006]

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、それぞれ液晶駆動電極を有する前透明基板と後透明基板との間に液晶層が介在された液晶表示パネルを備え、前記液晶層より後方に、前記液晶表示パネルの表示領域と対応してキャリアの注入に反応して発光し、それ自体が可視光に対して透過性を有する有機エレクトロニクス（以下、有機ELという）層を配置し、前記有機EL層より後方に可視光に対して反射性を有する光反射板が配置されたことを特徴としている。

【0007】請求項2記載の発明は、前記光反射性板は、前記有機EL層にキャリアを注入する一方の電極のうち一方であることを特徴としている。

【0008】請求項1および請求項2記載の発明においては、液晶表示パネルの前方から入射した光は、液晶表示パネルを通過した後、有機EL面発光素子の後方の光反射板または有機EL面発光素子の一方の電極で反射され、再び液晶表示パネルを通過して前方に出射されて表示を行う。また、有機EL面発光素子の電極間に所定値の電圧を印加すると、有機EL層に電子と正孔とが注入され、有機EL層内における電子と正孔との再結合に伴った発光が生じ、この光が液晶層を通過して液晶表示パネルの前方へ出射するため表示が可能となる。有機EL面発光素子は、電極と有機EL層を極めて薄く設定できるため、これら部材の光吸収による損失が少なく、反射表示、透過表示のいずれにおいても高い輝度の光を表示面側へ出射することができるとともに、表示像のズレが小さい表示を行うことができる。したがって、半透過半反射板を用いることなしに、発光効率の高い反射表示および透過表示を行うことができる。

【0009】請求項3記載の発明は、前記光反射板の表面が、微細な凹凸をもつ散乱反射面であることを特徴としている。請求項3記載の発明においては、光反射板の微細な凹凸により入射光を散乱させて反射することができ、このため反射型表示および透過型表示においても視野角の広い液晶表示を行うことができる。

【0010】請求項4記載の発明は、前記液晶表示パネルと前記有機EL層との間に、可視光に対して透過性をもつ拡散板を配置したことを特徴としている。

【0011】請求項5記載の発明は、前記有機EL層が、厚さが0.2nm以下のフリンジ状の基板に、キャリアを注入する電極を介して形成されていることを特徴としている。

【0012】請求項6記載の発明は、前記有機EL層にキャリアを注入する電極の少なくとも一方は、可視光に対して透過性を有し、前記有機EL層のほぼ全面に形成された透明導電膜と、前記透明導電膜と異なる屈折率で

且つ前記透明導電膜より低抵抗の材料でなり、前記透明導電膜を開口する複数の孔を有する低抵抗導電膜と、を有することを特徴としている。請求項6記載の発明においては、透明導電膜が比較的高抵抗であっても、低抵抗導電膜が積層されているため、透明導電膜の取り出し部から遠くの部分での電位降下を抑制することができ、このため、有機EL層への電流供給を均一に行うことができ、均一な面発光を行わせることができる。

#### [0013]

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る液晶表示装置の詳細を図面に示す実施形態に基づいて説明する。（実施形態1）図1は、この発明に係る液晶表示装置の実施形態1を示す断面図である。同図中11は液晶表示装置であり、相対的に後方に配置された有機EL面発光素子12と、有機EL面発光素子12の前方に配置された液晶表示パネル13と、から大略構成されている。

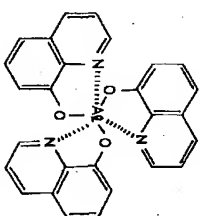
【0014】まず、有機EL面発光素子12の構成について説明する。有機EL面発光素子12は、例えばガラス（EL用透明）基板14の上に、後方光駆動電極および光反射板としての機能を兼ね備えた、光反射性を有する金属、例えばMgInとなる反射カソード電極15が形成されている。なお、反射カソード電極15の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力(eV)が、後述する電子輸送層16の材料の最低空分子軌道(LUMO)の値以上に反映される電子輸送層16材料の電子親和力に近い値またはそれより小さいことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光(400nm以上800nm以下の電磁波)に対し反射性のある材料が望ましい。この反射カソード電極15は、液晶表示パネル13の表示領域と対応する形状・面積をもつ。また、反射カソード電極15は、任意の膜厚となるようにスパッタ法などを用いて成膜することができ、本実施形態においては反射面が平滑な鏡面構造になっている。

【0015】反射カソード電極15の上には、同様に表示領域と対応する形状・面積を有する、トリス(8-ヒドロキシキノリン)化アルミニウム(以下、Alq3という)である電子輸送層16が形成されている。この電子輸送層16の厚さは、20nm〜100nm程度であり、蒸着法を用いて形成されている。また、電子輸送層16の上には、ポリビニルカルボゾール(以下、PVC2という)と2,5-ビス(テトラフルオロ-オキシジブチル)（以下、BNDという）と発光材料を適量混合してなる正孔輸送層17が、デカフッブコにより形成されている。この正孔輸送層17の厚さは、20nm〜100nm程度に設定されている。BNDは、PVC2単位ユニットに対するモル比が約10/100〜20/100の割合で混入され、正孔輸送層17内の正孔の注入お

よび輸送を促すようなフッブコに対し相対的なバンプデカフッブコを持っている。そして、これら電子輸送層16と正孔輸送層17とで、有機EL層18を構成している。なお、以下にAlq3、PVC2、BNDの構造式を示す。

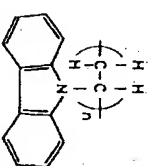
#### [0016]

【化1】



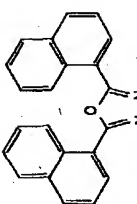
Alq3

#### [化2]



PVC2

#### [化3]

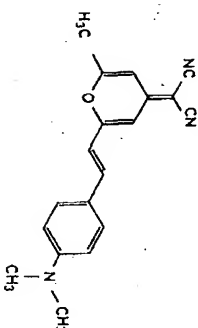


BND

【0017】発光材料は、所定の波長の光を吸収し、それそれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネセンズ（photoluminescence）性及び電子と正孔との再結合により励起され発光するエレクトロルミネセンズ（electroluminescence）性のいずれかを有する材料からなる。

ドープメントであり、正孔輸送層および/または電子輸送層にドープされている。赤色ドープメントとしては、4-(dicyanomethyl)-2-methyl-6-(p-dicyanomethyl)anisole (以下、DCM1という)があり、図18に示すように600nm付近に発光ピークを有する橙赤乃至赤色発光を生じる。以下にDCM1の構造式を示す。

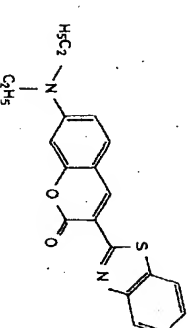
#### [化4]



DCM1

緑色ドープメントとして、3-(2-benzothiazoyl)-7-diethylamino coumarin (以下、クマリ6)があり、図18に示すように500nm〜550nm間にピークを有する緑色の発光を示す。以下にクマリ6の構造式を示す。

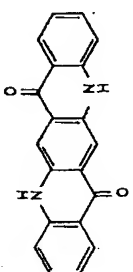
#### [化5]



クマリ6

他の緑色ドープメントとして、quinacridone (以下、キナクリドン)がある。以下にキナクリドンの構造式を示す。

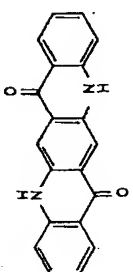
#### [化6]



キナクリドン

青色ドープメントとしては、tetraphenylbenzidine (以下、TPB)、4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)ene biphenyl、tetraphenylbutadiene誘導体、cyclopentadiene誘導体、oxadiazole誘導体等がある。以下にTPBの構造式を示す。

#### [化7]









いる。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレイノラインに接続されている。これらのTFT31を含む非画素領域には、酸化シリコンからなる層間絶縁膜34がバンプ形成され、画素電極30上および層間絶縁膜34上にはボリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

[0042] 本実施形態においては、前配向膜29と後配向膜32との間に、所定方向に初期配向された液晶45が介在している。液晶45の分子は、配向膜29、32の上における配向方向を配向膜29、32で規制され、前記配向膜29、32面に対し僅かなグレート角で傾斜した状態で、一方の基板側から他方の基板側に向かって $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角で所定方向にツイスト配向している。

[0043] そして、この液晶表示装置11においては、液晶22の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積である $\Delta n d$ の値と、表裏一對の偏光板23、24の透過軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、液晶表示パネル13の面基板20、21の電極30、25間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

[0044] 図16は、上記液晶表示パネル13の液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸の向きを液晶表示装置11の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶表示パネル13の $\Delta n d$ の値を800nm $\sim$ 1100nmに設定するとともに、偏光板23、24はそれぞれ透過軸23a、24aを次のような向きにして配置されている。

[0045] すなわち、図16のように、液晶表示パネル13の一方の基板、例えば基板21の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）21aは、液晶表示パネル13の横軸Sに対して右回りに52.5 $^\circ$ の方向、他方の基板20の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）20aは、前記横軸Sに対して左回りに52.5 $^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を縦横交印で示したように、基板21から基板20に向かって右回りに75 $^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

[0046] そして、液晶表示パネル13の基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを0 $^\circ$ の方向とすると、液晶表示パネル13の基板21に付する偏光板24の透過軸24aは、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に52.5 $^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶表示パネル13の基板20に付する偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に47.5 $^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

[0047] この実施形態の液晶表示装置11は、液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用と一對の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、この液晶表示装置11においては、前偏光板23を透過して入射した直線偏光が、液晶表示パネル13を通過する過程でその液晶層の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる偏光状態となった光となって後偏光板24に入射して、この後偏光板24を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カラー電極15で反射され、前記偏光板24と液晶表示パネル13と前偏光板23とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

[0048] なお、反射カラー電極15で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶表示パネル13の液晶層22により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とはほぼ同じ直線偏光となって偏光板23に入射するため、この偏光板23を透過して出射する光は、反射カラー電極15で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

[0049] そして、前記液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用は、この液晶層への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって偏光状態に変化するため、この後偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色光が変化する。

[0050] すなわち、液晶表示パネル13の電極25、30間に電圧を印加すると、液晶分子がツイスト配向状態を保つ上から配向し、この液晶分子の立上がり角が大きくなるにつれて液晶層の複屈折作用が変化し、液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用が変化する。液晶表示パネル13を透過した後偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色光が変化する。その光が反射カラー電極15で反射されて液晶表示パネル13の表面側に出射する。

[0051] このように、この液晶表示装置11の出射光の色、つまり表示色は、電極25、30間に印加する電圧に応じて変化する。この液晶表示装置11の1つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

[0052] 図17は本実施形態の液晶表示装置11の表示色の変化を示すa $\rightarrow$ b色度図である。図18に示すように、上記液晶表示装置11の表示色は、液晶表示パネル13の電極25、30間に電圧を印加してない初期状態ではバーナブル(P)に近い色であり、電極25、30間に印加する電圧を高くしていくのにもよって、矢印方向、すなわち赤(R) $\rightarrow$ 緑(G) $\rightarrow$ 青(B) $\rightarrow$ 黒 $\rightarrow$ 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白

の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。[0053] また、黒の表示状態における出射率をR(m1n)とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が5VのときでR(5V)、印加電圧が7VのときでR(7V)とすると、上記カラー液晶表示装置の出射率は、

$$\begin{aligned} R(m1n) &= 2.78\% \\ R(5V) &= 22.85\% \\ R(7V) &= 29.55\% \end{aligned}$$

である。

[0054] そして、上記液晶表示装置11における黒と白の表示のコントラスCは、白を表示させるための印加電圧を5VとしたときのコントラスをCR(5V)、白を表示させるための印加電圧を7VとしたときのコントラスをCR(7V)とすると、

$$\begin{aligned} CR(5V) &= 8.22 \\ CR(7V) &= 10.63 \end{aligned}$$

であり、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときでも、充分に高いコントラスが得られる。

[0055] このような表示色とコントラスは、液晶表示パネル13の液晶45の分子が基板21側から基板20側に向かって75 $^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角で所定の方向にツイスト配向しており、この液晶表示パネル13の $\Delta n d$ の値が800nm $\sim$ 1100nmであるとともに、基板21の近傍における液晶分子の配向方向21aを0 $^\circ$ の方向としたとき、偏光板24の透過軸24aが液晶分子のツイスト方向と逆方向に52.5 $^\circ \pm 3^\circ$ の方向、偏光板23の透過軸23aが前記ツイスト方向と逆方向に47.5 $^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定されていることと条件として得られるものであり、これらの条件が前記電圧を外されると、その度合いが大きくなるにつれて、コントラス、表示色の順で表示品質が重くなる。

[0056] したがって、この液晶表示装置11によれば、カラーバリエーションを用いることなく光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラスを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができ、

[0057] また、透過型として用いる場合、従来のECB液晶表示装置は、図34に示すように表示色によって出射率が異なっている。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。有機EL面発光素子12では、赤色ドレーンと透明ITO、緑色ドレーンと透明ITO、青色ドレーンと透明ITOと比べて白色発光させることができるが、青色白色を発光するようにはドレーンと透明ITOの混合比を調整すれば、相対的に青色の輝度が高くなり白色に対する輝度バランスを良好にすることができ、このように有機EL面発光素子12では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができ、

きるので、目的に応じた表示色のおよび輝度を制御することができ、なお、本実施形態においては、アノード電極19と有機EL層18とが、基板14の上方にあるため、基板14の表面での反射に起因する二重像の発生が防止できる。また、アノード電極19および有機EL層18の厚さが極めて薄く設定できるため、これらの厚さに起因して二重像が生じることも抑制することができ、

[0058] (実施形態9) 図19 $\sim$ 図21はこの発明の実施形態9を示しており、図19は本実施形態の液晶表示装置11の断面図である。この実施形態の液晶表示装置11は、液晶表示パネル13と、相対的に後方に配置された有機EL面発光素子12と、から大略構成される。液晶表示パネル13は、一對の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶層45が介在され、前透明基板20の外側面に位相差板49が配置され、位相差板49の外側面に前偏光板23が配置され、後透明基板21の外側面に後偏光板24が配置された構造となっている。そして、この液晶表示パネル13の前方には、拡散板41が配置されている。

[0059] 上記した前透明基板20は、対向内側の面には、ITOからなる可透光性対向電極70以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたボリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内側面には、ITOである画素電極30および画素電極30に接続されたスイッチング素子であるTFT31が画素配列にわたって多数配列されている。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するドレイノラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレイノラインに接続されている。これらのTFT31を含む非画素領域には、酸化シリコンからなる層間絶縁膜34がバンプ形成され、画素電極30上および層間絶縁膜34上にはボリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。前配向膜29と後配向膜32との間には、所定方向に初期配向された液晶層45が介在している。

[0060] この実施形態の液晶表示装置11においては、液晶表示パネル13内部に封止された液晶層45の $\Delta n d$ の値と、位相差板49のラテンションの値と、表裏一對の偏光板23、24の透過軸および位相差板49の遅延軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、電極25、30間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

[0061] 図20は、封止された液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸および位相差板49の遅延軸の向きを表示装置11の表示面側から見た図であ

り、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $7.5^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta nd$ の値を $800\text{ nm} \sim 1100\text{ nm}$ に設定し、位相差板49としてリタチーシヨンの値が $60\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ のものを用いるとともに、前および後偏光板23、24をその透過軸23a、24aを次のような向きにして配置し、前記位相差板49をその遅相軸49aを次のような向きにして配置している。

【0062】すなわち、図20のように、一方の基板、例えば透過基板21の近傍における液晶分子配向方向21aは、液晶表示パネル13の構軸Sに対して右回り $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の前透明基板20の近傍における液晶分子配向方向20aは、前記構軸Sに対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト角を較級矢印で示したように、裏面側基板21から表面側基板20に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0063】そして、裏面側基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを $0^\circ$ の方向とすると、裏面側基板21に対する後偏光板24の透過軸24aは、前記方向にあり、表面側基板20に対する前偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $60.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板49の遅相軸49aは、前記ツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0064】この実施形態の表示装置11は、液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用および位相差板49の複屈折作用と、対の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置において、前偏光板23を透過して入射した直線偏光が、位相差板49と液晶層45を通る過程で前記位相差板49の複屈折作用および液晶層45の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる偏光状態となった光となって後偏光板24に入射して、この後偏光板24を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光となり、この着色光が反射カソード電極15で反射され、前記裏側偏光板24と液晶層45と位相差板49と前偏光板23とを順に透過して液晶表示装置の表面側に射出する。

【0065】なお、反射カソード電極15で反射された光は、表面側に射出する過程で、液晶層45および位相差板49により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とは同じ直線偏光となって前偏光板23に入射するため、この表面側偏光板23を透過して射出する光は、反射カソード電極15で反射された光とはほとんど変わらない着色光である。

【0066】そして、液晶層45の複屈折作用は、この液晶層45への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって変化する、それにもよって後偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板24

を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化する、その光が反射カソード電極15で反射されて液晶表示装置11の表面側に射出する。

【0067】したがって、この液晶表示装置11の射出光の色、つまり表示色は、電圧3.0、2.5間に印加する電圧に応じて変化する。この液晶表示装置11の1つの画面で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0068】図21は液晶表示装置11の表示色の变化を示すa\*-b\*色度図である。同図に示すように、液晶表示装置11の表面側には、電圧2.5、3.0間に電圧と印加していない初期状態ではバーブル(P)に近い色であり、電圧2.5、3.0間の印加電圧を高くしていくにつれて、赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0069】また、この実施形態の液晶表示装置11における黒の表示状態の射出率をR (m in)とし、白の表示状態における射出率を、印加電圧が5VのときでR (5V)、印加電圧が7VのときでR (7V)とすると、このカラー液晶表示装置の射出率は、

$$\begin{aligned} R(\text{m in}) &= 3.30\% \\ R(5\text{V}) &= 23.64\% \\ R(7\text{V}) &= 28.91\% \end{aligned}$$

である。

【0070】そして、このカラー液晶表示装置における黒と白の表示のコントラストCRは、白を表示させるための印加電圧を5VとしたときのコントラストをCR (5V)、白を表示させるための印加電圧を7VとしたときのコントラストをCR (7V)とすると、

$$\begin{aligned} CR(5\text{V}) &= 7.16 \\ CR(7\text{V}) &= 8.76 \end{aligned}$$

であり、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときにも、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときでも、充分に高いコントラストが得られる。

【0071】したがって、この液晶表示装置11によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画面で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の鮮明である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示することができ、色カラー表示を実現することができ、

【0072】なお、上記実施形態8では、図20のように、 $0^\circ$ の方向に対して、前偏光板23の透過軸23aを $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定したが、この実施形態のように、液晶分子のツイスト角を $7.5^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta nd$ の値を $800\text{ nm} \sim 1100\text{ nm}$ 、位相差板49のリタチーシヨンの値を $60\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ とし、かつ、後偏光板24の透過軸24aを前記液晶分子のツイスト

方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定する場合、前記 $0^\circ$ の方向に対して、前偏光板23の透過軸23aが液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ \sim 60.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向、位相差板49の遅相軸49aが前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ \sim 52.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向にあれば、白と黒および赤、緑、青を高い色純度で表示することができ、また、本実施形態においては、位相差板41が液晶表示パネル13の前方に配置されているため、反射カソード電極15での裏面反射に伴って外部像の写り込みや、二重像の発生を抑制することができ、また、有機EL面発光素子12で発生した光の面内均一性を位相差板41で高くすることができ、

【0073】(実施形態10) 次に実施形態10について以下に説明する。本実施形態では、液晶表示装置11が、前偏光板23の透過軸23aの方向、位相差板49の遅相軸49aの方向を除けば、上記した実施形態9と同様の構成である。

【0074】図22はこの発明の実施形態10を示しており、液晶表示パネル13の液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸23a、24aおよび位相差板49の遅相軸の向きを表示装置11の表示側から見た図である。この実施形態では、 $0^\circ$ の方向(後透明基板21の近傍における液晶分子配向方向21a)に対して、前偏光板23の透過軸23aを液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板49の遅相軸49aを前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にしたものであり、両基板20、21の近傍における液晶分子配向方向21a、20aと、後偏光板24の透過軸24aの向きは図20と同じである。

【0075】図23は本実施形態による液晶表示装置11の表示色の变化を示すa\*-b\*色度図であり、この液晶表示装置11の表示色も、電圧2.5、3.0間の印加電圧を高くしていくのにともなって、赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0076】また、この液晶表示装置11における光の射出率は、

$$\begin{aligned} R(\text{m in}) &= 2.76\% \\ R(5\text{V}) &= 24.08\% \\ R(7\text{V}) &= 30.60\% \end{aligned}$$

である。

【0077】そして、この液晶表示装置11における、白を表示させるための印加電圧を5VとしたときのコントラストをCR (5V)と、白を表示させるための印加電圧を7VとしたときのコントラストをCR (7V)とすると、

$$\begin{aligned} CR(5\text{V}) &= 8.72 \\ CR(7\text{V}) &= 11.09 \end{aligned}$$

である。

【0078】本実施形態においても、位相差板41が液晶表示パネル13の前方に配置されているため、反射カソード電極15での裏面反射に伴って外部像の写り込みや、二重像の発生を抑制することができ、また、有機EL面発光素子12で発生した光の面内均一性を位相差板41で高くすることができ、

【0079】(実施形態11) 図24および図25はこの発明の実施形態11を示している。本実施形態では、液晶表示装置11が、前偏光板23の透過軸23aの方向、位相差板49の遅相軸49aの方向および後偏光板24の透過軸24aの方向を除けば、上記した実施形態9と同様の構成である。図24は、この実施形態の液晶表示装置11における液晶層45の分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸23a、24aおよび位相差板49の遅相軸49aの向きを液晶表示装置11の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $7.5^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta nd$ の値を $800\text{ nm} \sim 1100\text{ nm}$ に設定し、位相差板49としてリタチーシヨンの値が $60\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ のものを用いるとともに、前および後偏光板23、24をその透過軸23a、24aを次のような向きにして配置し、前記位相差板49をその遅相軸49aを次のような向きにして配置している。

【0080】すなわち、図24のように、一方の基板、例えば後透明基板21の近傍における液晶分子配向方向21aは、液晶表示パネル13の構軸Sに対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の前透明基板20の近傍における液晶分子配向方向20aは、前記構軸Sに対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト角を較級矢印で示したように、後透明基板21から前透明基板20に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0081】そして、後透明基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを $0^\circ$ の方向とすると、後透明基板21に対する後偏光板24の透過軸24aは、前記方向にあり、表面側基板20に対する前偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $36.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板49の遅相軸49aは、前記ツイスト方向と逆方向に $138.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0082】この実施形態の液晶表示装置11は、液晶層45の複屈折作用および位相差板49の複屈折作用と、対の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置の1つの画面で表示できる色も、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0083】図25は液晶表示装置11の表示色の变化を示すa\*-b\*色度図である。この図25のように、液



晶表示装置11の表示色は、電圧2.5、3.0間に電圧と印加していない初期状態ではホワイト(P)に近い色であり、電圧2.5、3.0間の印加電圧を高くしてゆくにしたもなつて、赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0084】また、この実施形態の液晶表示装置11における黒の表示状態の放射率を $R(m/n)$ とし、白の表示状態における放射率を、印加電圧が5Vのときで $R(5V)$ 、印加電圧が7Vのときで $R(7V)$ とすると、このカラー液晶表示装置の放射率は、

$R(m/n) = 1.85\%$   
 $R(5V) = 22.37\%$   
 $R(7V) = 28.35\%$

である。

【0085】そして、この液晶表示装置11における黒と白の表示のための印加電圧を7Vとしたときと白の表示のための印加電圧を5Vとしたときの放射率を5Vと7Vとしたときの放射率を5Vと7Vとしたときとを比較すると、放射率が高いことがわかる。

【0086】すなわち、本実施形態の液晶表示装置11は、基板20、21をそれぞれ配置された一方の偏光板23、24のうちの一方の偏光板(この実施形態では前偏光板)23と基板20との間に1枚の位相差板49を配置するとともに、液晶分子のツイスト角を75°±10°とし、さらに液晶45の $\Delta n d$ の値を800nm〜1100nm、位相差板49のツイスト角の値を60nm±20nmとした場合における赤、緑、青、黒、白の表示色が得られる偏光板23、24及び位相差板49の配置条件が、上記実施形態9、10の条件の他にも存在することに基つていものである。この液晶表示装置11によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画面で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明かつ多彩の豊かな多色カラー表示を実現することができ、

【0087】(実施形態12) 図26は、本発明の液晶表示装置の実施形態12を示す断面図である。図26中11は、表示装置であり、液晶表示パネル13と、有機EL面発光素子12と、から大略構成され、後偏光板24がある点を除けば上記した実施形態8と同様に構成である。このような構造の液晶表示装置11では、偏光板を1枚にして、透明性が良好になり、全体の輝度が高くなることも、反射型と透過型との輝度の差を小さくすることができ、

【0088】上記した実施形態8〜12のようなECB型の液晶表示装置は、透過型として用いる場合、図34に示すような表示色によって放射率が異なっている。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。上記した実施形態8〜12の有機EL面発光素子12では、例えば赤色ローバントとしてDCM1、緑色ローバントとしてクマリン6、青色ローバントとしてTPBを適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにローバントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機EL面発光素子12では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができ、目的に応じた表示色の色および輝度を制御することができる。また、上記した実施形態8〜12の液晶表示装置11に適宜拡散板を配置させることにより、面内均一性の高い表示を行うことが可能となる。

【0089】(実施形態13) 図27は、本発明の液晶表示装置の実施形態13を示す断面図である。図26中11は表示装置であり、液晶表示パネル13と、有機EL面発光素子12と、から大略構成される。液晶表示パネル13は、有機EL面発光素子12のフロンド電極19の外側面に配置され、一方の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶45を封入した構造となっている。前透明基板20は、対向内側の面に、ITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内側には、ITOからなる画素電極30および画素配列にしたがったスライツ素子であるTFPT31が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向および列に亘る。TFPT31は、そのゲート電極が共通電極25からなるゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFPT31を含む非画素領域には、酸化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターニング形成され、画素電極30および層間絶縁膜34の上にポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。前配向膜29と後配向膜32との間には、所定方向に初期配向された液晶45が5分注している。

【0090】液晶層45は、相転移(コレスニック・ネマチック)型液晶に二色性染料を添加させた、いわゆるPCH液晶や、PD(高分子分散型)液晶、PD液晶等から選択することができる。このような液晶表示装置11では、偏光板、カラーフィルタ等一切のない、反射型と透過型との間の輝度の差がより小さくなることも高い輝度の表示を行うことができる。

【0091】上記した実施形態11〜13では、液晶表示パネル13と有機EL面発光素子12とから構成された、

が、これら実施形態の液晶表示装置11の液晶表示パネル13と有機EL面発光素子12との間に図28(a)、(b)に示すような光進行方向制御板53を配置した構造であってもよい。光進行方向制御板53は、ポリカーボネイト、ポリエスチル、ポリアクリル等の光透過性材料からなり、屈折率が1.3〜1.4に設定されておる。また光進行方向制御板53は、その液晶表示パネル13との対向面側に規則的に凹凸があるマイクロプリズム形状に施され、有機EL面発光素子12との対向面側に平滑な面構造になっている。マイクロプリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角 $\theta$ 、 $\theta'$ と設定されており、ここで光進行方向制御板53への光の入射角は、液晶表示パネル13の表示面の表示面側の法線方向の傾斜角 $\theta$ 、 $\theta'$ と定義する。傾斜角を25°に設定すると、反射型としての入射角が+30°の入射角 $\theta$ の光の出射角として出射することができる。なお、図29は、光進行方向制御板53の傾斜角の応じた入射角の角度と出射角の角度とを示している。

【0092】(実施形態14) 図30は、本発明の液晶表示装置の実施形態14を示す断面図である。この液晶表示装置11は、液晶表示パネル13を構成する後透明基板21の前面側に有機EL面発光素子12を設けたものである。また、液晶表示パネル13においては、後偏光板24を備えない液晶モードが採用されている。なお、他の構成は、上記した実施形態1と同様である。ここで、他の構成は、上記した実施形態1において、有機EL面発光素子12側のEL用透明基板を省略することのできるため、装置全体の薄型化を達成することができる。

【0093】(実施形態15) 図31は、本発明の液晶表示装置の実施形態15を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11は、図26に示すように、前透明基板20の後面に画素電極30とTFPT31が形成され、これらに覆うように前配向膜29が形成されている。また、後透明基板21の前面には、反射カラー電極15、有機EL層18、フロンド電極19が順次積層されており、フロンド電極19の上には後配向膜32が形成されている。これら前透明基板20の前配向膜29と後透明基板21の後配向膜32との間には液晶45が5分注されている。なお、本実施形態においては、ゲスト、ホスト液晶モードが用いられている。また、前透明基板20の前面には、前偏光板23、拡散板41が電圧素子12のフロンド電極19が液晶表示パネル13の共通電極としての機能も兼ねている。

【0094】本実施形態においては、有機EL面発光素子12が後透明基板21の前面で液晶層22の後方に形

成されているため、装置の薄型化を達成することができる。また、拡散板41が前方に配置されているため、外部からの光の侵入や二重像の発生を抑制することができる。また、TFPT31は、有機EL面発光素子12が形成された後透明基板21と異なる前透明基板20に形成されているので、TFPT形成に伴って、有機EL層のガラス転移温度を越える300℃以上の加熱処理を行っても有機EL層が劣化することはない。

【0095】(実施形態16) 図32は、本発明の液晶表示装置の実施形態16を示す断面図である。本実施形態では、反射カラー電極15が、光の散乱反射を起こさせる、多結晶構造をもつMg-Agである散乱反射カラー電極15aで置き換えられている。また、本実施形態においては、拡散板41を備えていない。本実施形態における他の構成は、上記した実施形態15の液晶表示装置11と同様である。このように、散乱反射カラー電極15aが外光を散乱反射させることができるため、本実施形態においても、外部からの光の侵入や二重像の発生を抑制することができる。なお、上記実施形態14〜16では、少なくとも有機EL面発光素子12側の基板に形成された配向膜にラビング等の配向処理を施さない液晶モードであるPDLC(高分子分散型液晶)の方が有機EL面発光素子12に物理的応力の負荷がかわらなくよい。

【0096】以上、実施形態1〜実施形態16について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、構成の要旨に付随する各種の変更が可能である。例えば、液晶モードは、TN液晶モード、STN液晶モード、グレート・ホスト(GH)液晶モード、偏光板を用いないPDC(相転移)モード、PDLC(高分子分散型液晶)モード、PDLC/GHモード、コレスニック液晶モード、PDC/GHモードなどの各種の液晶モードを液晶表示パネル13に適用することができる。このような液晶モードに応じて、例えばカラーフィルタの有無や、偏光板の有無などの、液晶表示パネルの構成も適宜変更することが可能である。

【0097】また、上記した実施形態では、有機EL層18を、一例としてAlq3である電子輸送層16と、PVCzとBNDと白色発光材料とでなる正孔輸送層17とを組合した構成としたが、他の有機EL材料を用いて、単層のエレクトロルミネッセンス層や、3層以上の構造のエレクトロルミネッセンス層とすることも可能である。

【0098】さらに、本発明においては、反射カラー電極15として、63nmVや合金、ハフニウム(Hf)、仕事関数3.3eV)や希土類元素であるスカンジウム(Sc、仕事関数3.5eV)、イットリウム(Y、仕事関数3.1eV)、ランタン(La、仕事関数3.5eV)、セリウム(Ce、仕事関数2.9eV)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd、仕事関

数3、2eV)、プロメチウム(Pm)、サマリウム(Sm、仕事関数2.7eV)、ユウロビウム(Eu、仕事関数2.5eV)、ガドリニウム(Gd、仕事関数3.1eV)、テルビウム(Tb、仕事関数)、ジスプロシウム(Dy)、ホルモエル(Ho)、エルビウム(Er、仕事関数2.97eV)、ツリウム(Tm、イッテルビウム(Yb、仕事関数2.6eV)、ルテチウム(Lu)の、単体やこれらの元素を含む合金などを用いることができる。さらには、実施形態5および実施形態16で説明したように、散乱反射カソード電極15aとして、多結晶構造をもつMg-Ag膜を用いたが、例えばバンプ構造をもつAlを用いることで、特別な加工を施すことなく、表面に微細な凹凸を有する電極を容易に形成することも可能である。また、上記した各実施形態では、アノード電極19を例えばITOでなる透明導電膜で形成したが、電流の供給の均一化を図り発光の面内均一性を高めるため、透明導電膜に例えばAlなどの極薄い低抵抗導電膜をメッシュ状に加えて透明導電膜に積層させる構成としてもよい。この場合、低抵抗導電膜の膜厚を薄く設定することにより、光透過性を高めることができる。また、低抵抗導電膜と透明導電膜との屈折率が互いに異なるため、有機EL層で発生した光や、反射光を散乱させることができ、より面内均一性の高い発光を行わせることが可能となる。このような構成と拡散板を備えた液晶表示装置に適用すると、拡散板との相対効果で光の拡散作用が高まり、さらに発光の面内均一性を高めることが可能となる。

(1009) また、本発明では、有機EL面発光素子12の基板14を1μm〜5μm厚の酸化シリコン層あるいはアクリル系の有機絶縁層を基板で構成することもでき、より薄い構造にすることができるとともに基板の屈折率の違いによる損失を低減することができる。

(1010) さらに、上記実施形態1〜14では、液晶表示パネル13は、TFT31によるアクティブ駆動であったが、液晶を挟んで対向する電極をストライプ形状にした単純マトリクス駆動であってもよい。

(1011)

【発明の効果】 以上の説明から明らかなように、この発明によれば、明状態において二重線の発生や外部磁場の写り込みがなく、良好なコントラストを有する表示を行うことができ、暗状態においても良好なコントラストを有し、かつ低消費電力で表示を行うことができる、携帯性を備えた液晶表示装置を実現するという効果がある。また、この発明によれば、液晶表示部に良好な散乱光を供給できる液晶表示装置を実現することができる。このため、液晶表示装置の表示性能を高める効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る液晶表示装置の実施形態1を示す断面図。

【図2】 実施形態1の作用を示す説明図。

【図3】 液晶表示装置の問題点を示す説明図。

【図4】 液晶表示装置の問題点を示す説明図。

【図5】 有機EL面発光素子における、電子と正孔の注入障壁に対する効果を示すエネルギーチャート。

【図6】 正孔輸送層(HTL)内の正孔の移動メカニズムを示すエネルギーチャート。

【図7】 PVC2、クマリン6がブローされたPVC2、エタノール中に存在するクマリン6のそれらの光吸収スペクトルを示すグラフ。

【図8】 PVC2のEL特性とPL特性を示すスペクトル図。

【図9】 実施形態2の液晶表示装置を示す断面図。

【図10】 実施形態3の液晶表示装置を示す断面図。

【図11】 実施形態4の液晶表示装置を示す断面図。

【図12】 実施形態5の液晶表示装置を示す断面図。

【図13】 実施形態6の液晶表示装置を示す断面図。

【図14】 実施形態7の液晶表示装置を示す断面図。

【図15】 実施形態8の液晶表示装置を示す断面図。

【図16】 実施形態8における液晶表示パネルの液晶分子の配向状態と各偏光板の透過軸の向きを液晶表示装置の表面側から見た状態を示す説明図。

【図17】 実施形態8の液晶表示装置の表示色の变化を示す色図。

【図18】 クマリン6およびDCM1の波長とEL強度との関係を示すグラフ。

【図19】 実施形態9の液晶表示装置を示す断面図。

【図20】 実施形態9における液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図21】 実施形態9の液晶表示装置の表示色の变化を示す色図。

【図22】 実施形態10の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図23】 実施形態10の液晶表示装置の表示色の变化を示す色図。

【図24】 実施形態11の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図25】 実施形態11の液晶表示装置の表示色の变化を示す色図。

【図26】 実施形態12の液晶表示装置を示す断面図。

【図27】 実施形態13の液晶表示装置を示す断面図。

【図28】 (a) および(b)は光進行方向制御板を示す断面説明図。

【図29】 光進行方向制御板の傾斜角度に応じた入射光の角度と出射光の角度との関係を示すグラフ。

【図30】 実施形態14の液晶表示装置を示す断面図。

【図31】 実施形態15の液晶表示装置を示す断面図。

【図32】 実施形態16の液晶表示装置を示す断面図。

【図33】 従来の液晶表示装置を示す断面図。

【図34】 従来のECB型液晶表示装置における入射される光に対する出射する光の割合(出射率)と、印加電圧と、出射光の色との関係を示すグラフ。

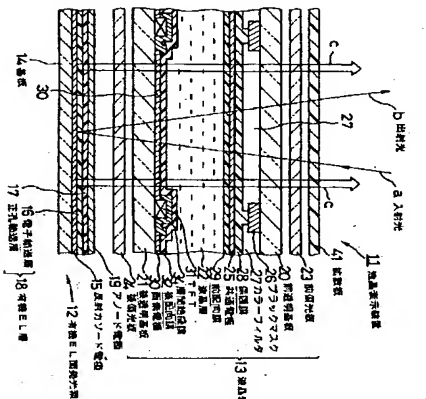
【符号の説明】

11 液晶表示装置

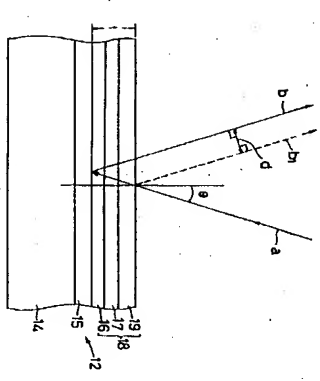
12 有機EL面発光素子

13 液晶表示パネル

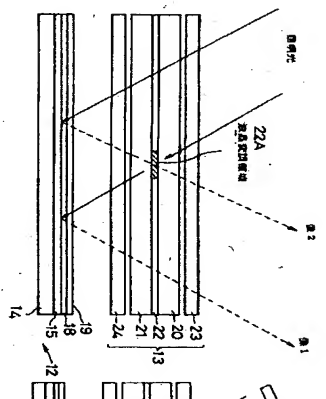
【図1】



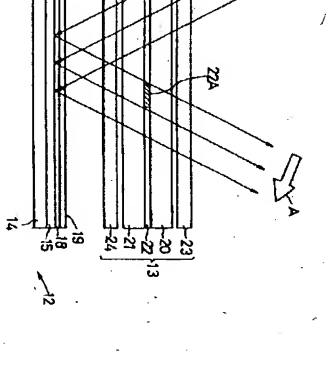
【図2】



【図3】



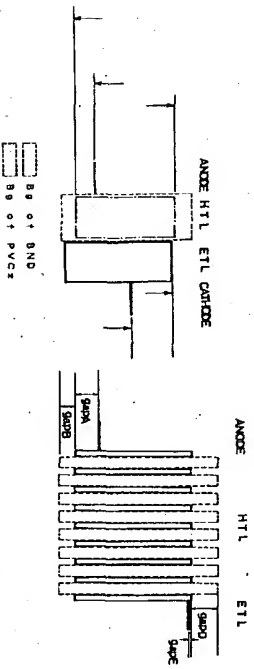
【図4】



(17)

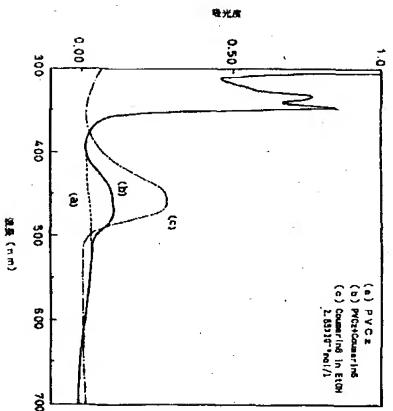
特開平10-253959

【図5】

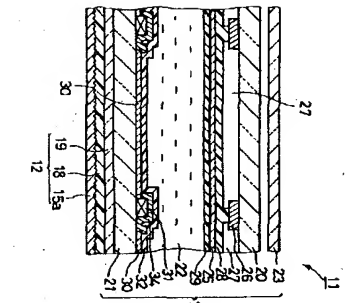


【図6】

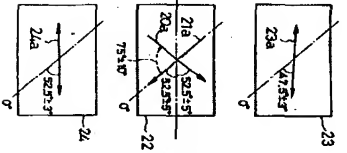
【図7】



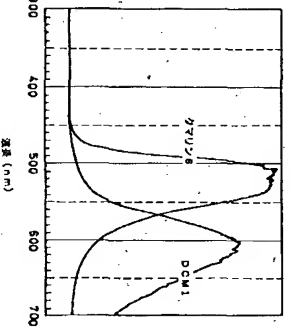
【図11】



【図16】



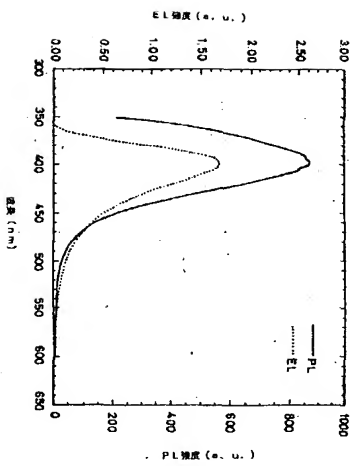
【図18】



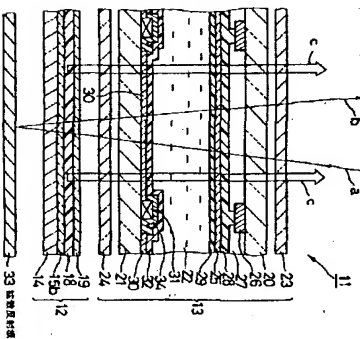
(18)

特開平10-253959

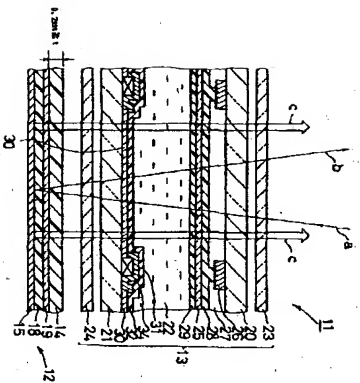
【図8】



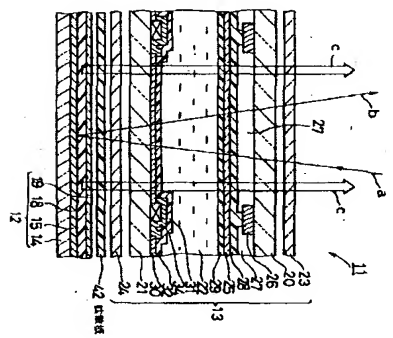
【図12】



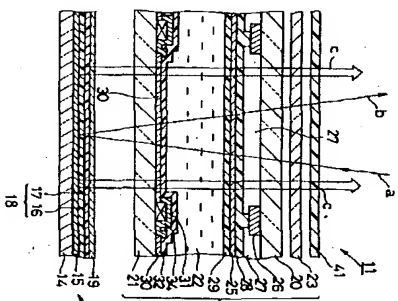
【図10】



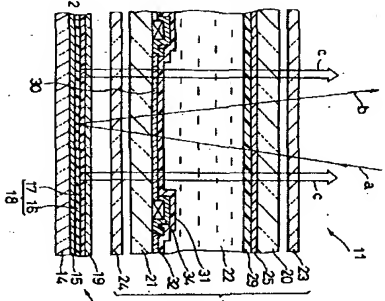
【図13】



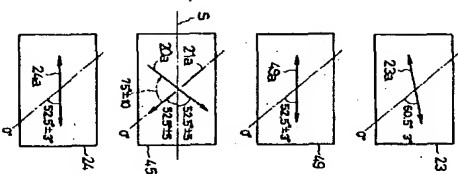
【図14】



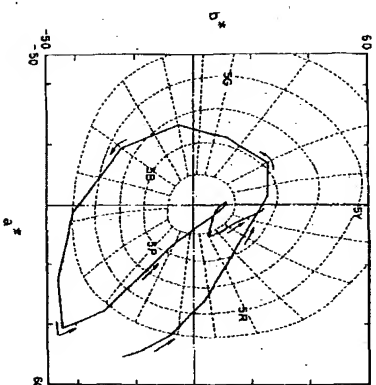
【図15】



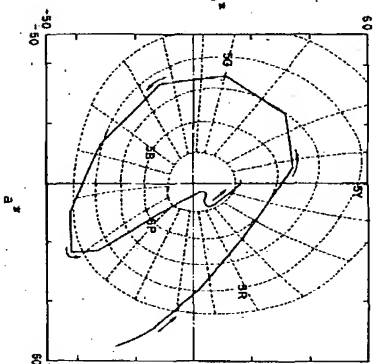
【図20】



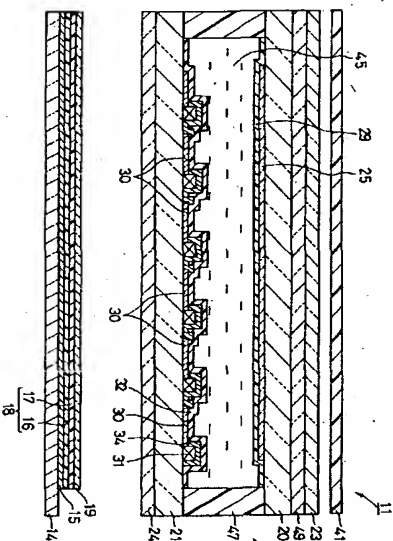
【図17】



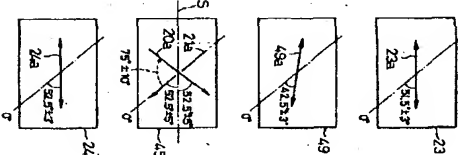
【図21】



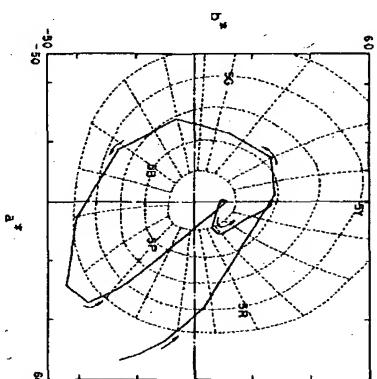
【図19】



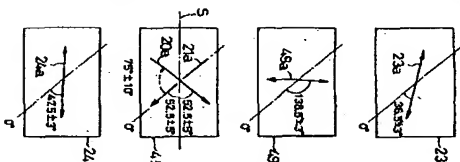
【図22】



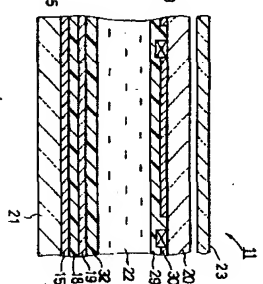
【図23】



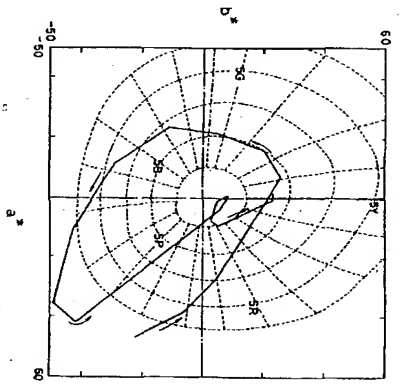
【図24】



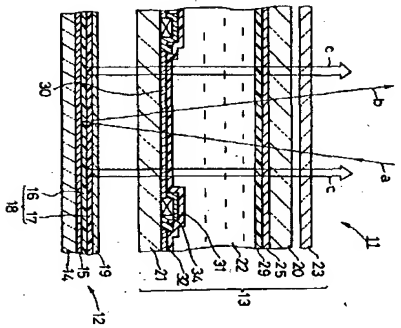
【図32】



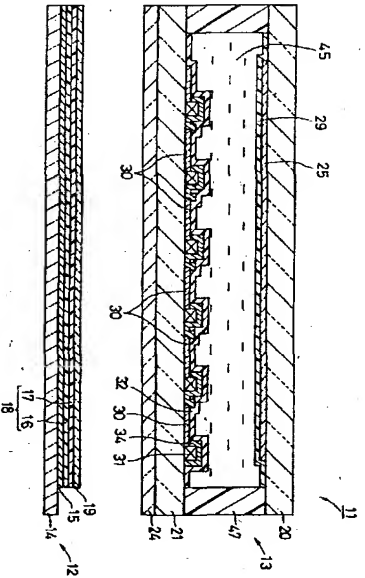
【図25】



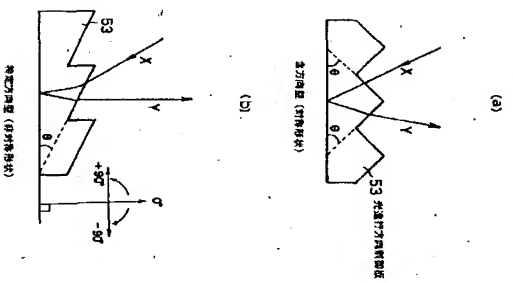
【図26】



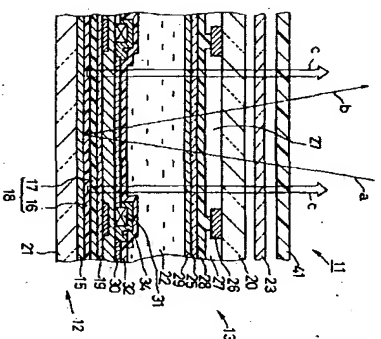
【図27】



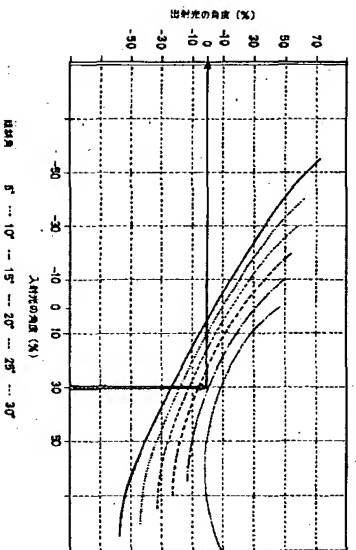
【図28】



【図30】

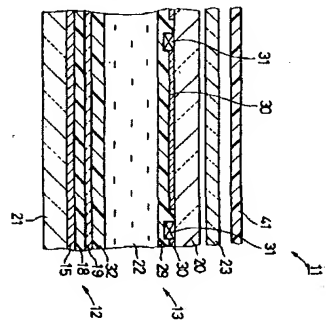


【図29】

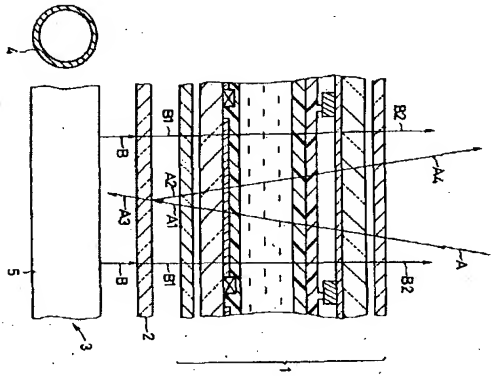




【図3.1】



【図3.3】



【図3.4】

